

## HALKAISULINJA 2 LOTOTO-LUKITUSKORTIT

Juho Leinonen

Opinnäytetyö  
Tekniikan ja liikenteen ala  
Konetekniikka  
Insinööri (AMK)

2020

Tekniikan ja liikenteen ala  
Konetekniikka  
Insinööri (AMK)

---

<b>Tekijä</b>	Juho Leinonen	<b>Vuosi</b>	2020
<b>Ohjaaja</b>	DI Ari Pikkarainen		
<b>Toimeksiantaja</b>	Outokumpu Stainless Oy		
	Ins. (YAMK) Heikki Seppänen		
<b>Työn nimi</b>	Halkaisulinja 2 LOTOTO-lukituskortit		
<b>Sivu- ja liitesivumäärä</b>	44 + 0		

---

Opinnäytetyön tilaajana on Outokumpu Stainless Oy. Työn tarkoituksena oli tehdä LOTOTO-mallin mukaiset turvalukituskortit kylmävalssaamalla sijaitsevalle halkaisulinja 2:lle. Teoriaosuudessa esiteltiin Outokummun Tornion tehtaita, kylmävalssaamon prosessia, turvallisuuslakeja ja standardeja ja LOTOTO-menetelmää.

Työn tavoitteena oli parantaa linjan turvallisuutta häiriönpoiston ja kunnossapito-  
seisakkien aikana turvalukituskorttien avulla, joihin on merkattuna kuvalliset ohjeet eri energioiden lukitusmenetelmistä ja sijainneista. Näiden avulla pystytään vähentämään linjoilla tapahtuvia odottamattomia käynnistyskäyntejä.

Työn tuloksena saatiin 16 kappaletta turvalukituskortteja linjan laitteistoihin. Turvalukituskortteihin saatiin sisällytettyä helppolukuiset ja helposti ymmärrettävät kuvalliset ohjeet. Näiden avulla työturvallisuus halkaisulinja 2:lla paranee, kun lukitusmenetelmät ovat yhtenevät jokaisella linjalla työskentelevällä.

Technology, Communication and  
Transport  
Mechanical Engineering  
Bachelor of Engineering

---

<b>Author</b>	Juho Leinonen	Year	2020
<b>Supervisor</b>	Ari Pikkarainen, M.Sc. (tech.)		
<b>Commissioned by</b>	Heikki Seppänen M.Eng.		
<b>Subject of thesis</b>	Slitting Line 2 LOTOTO Safety Lock Cards		
<b>Number of pages</b>	44 + 0		

---

The commissioner of the thesis is Outokumpu Stainless Oy. The goal of the project was to develop the LOTOTO model compatible safety lock cards for Slitting Line 2 in the Cold Rolling Plant. The theory section of the thesis represents Outokumpu's Tornio plant, cold rolling process, safety laws and standards and the LOTOTO method.

The purpose of the project was to improve the safety of the slitting line during error cancellations and downtime maintenances using safety lock cards with graphical instructions on different locking methods and locations of energy sources. By means of these safety lock cards unexpected startups on the lines can be reduced.

As a result, this project yielded 16 different kinds of safety lock cards for the slitting line equipment. The safety lock cards contain easily understandable graphical instructions. Due to these safety lock cards the work safety of the Slitting Line 2 will be improved as the methods for locking are identical with everyone working on the line.

Key words

LOTOTO, safety, maintenance, unexpected startup

## SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	8
2 OUTOKUMPU .....	9
2.1 Outokumpu Tornion tehtaات .....	9
2.2 Kylmävalssaamot .....	11
2.3 Leikkauslinjat .....	12
2.4 Halkaisulinja 2 .....	13
3 TYÖTURVALLISUUS .....	15
3.1 Lain tarkoitus .....	15
3.2 Työsuojelu ja työnantajan huolehtimisvelvoite .....	15
3.3 Koneiden, työvälineiden ja muiden laitteiden käyttö .....	16
3.4 Työturvallisuus Outokummulla .....	17
3.5 Turvallisuusvartit .....	17
4 ODOTTAMATTOMAN KÄYNNISTYKSEN ESTO .....	19
4.1 Lukitse ja merkitse .....	19
4.2 EU-direktiivi odottamattoman käynnistykseen estosta .....	20
4.3 Standardi odottamattomasta käynnistykseen estosta .....	21
5 ENERGIAMUODOT .....	22
5.1 Sähkö .....	22
5.2 Hydraulikka .....	23
5.3 Pneumatiikka .....	24
5.4 Mekaaninen energia .....	25
6 LOTOTO LUKITUSMUODOT .....	26
6.1 Hydraulikan ja pneumatiikan lukitukset .....	27
6.2 Sähköenergia .....	29
6.3 Mekaaninen energia .....	31
6.4 Mittalaitteet .....	31
7 LOTOTO – LUKITUSKORTIT .....	32
7.1 Järjestelmät .....	32
7.1.1 KUTI .....	32

7.2	WEBDOHA .....	33
7.3	BRADY .....	34
7.4	Työn toteutus .....	35
8	TULOKSET.....	38
8.1	Mallikortti työkaluristi.....	38
9	POHDINTA .....	43
	LÄHTEET .....	44

## ALKUSANAT

Haluan kiittää Outokumpua mielenkiintoisesta aiheesta, ohjaavaa opettajaa Ari Pikkaraista hienosta työstä ohjaajana sekä perhettä ja läheisiäni kannustuksesta opinnäytetyössä.

Torniossa 4.5.2020

**Juho Leinonen**

## KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

KYVA	kylmävalssaamo
LOTOTO	lock out/test out/tag out
HP	hehkutus- ja peittäuslinja
SZ	Senzimir-valssain
VV	Viimeistelyvalssain
RAP	Rolling, annealing and pickling
KUTI	kunnossapitotietojärjestelmä
HA	halkaisulinja
KA	katkaisulinja

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on tuottaa Outokumpu Stainless Oy:n Kylmävalssaamo 1:n leikkauslinjojen halkaisulinja 2:lle turvalukituskortteja. Turvalukituskortit ovat osa Outokummun LOTOTO-projektia, jonka tarkoituksena on viedä odottamattoman käynnistyksen esto uudelle asteelle. Turvalukituskorttien myötä niin uudet kuin vanhat työntekijät ovat perillä lukituksien tekemisestä ja alueen turvallisesta oikeaoppisesti. Outokummun toimeksiantajan edustajana toimii Heikki Seppänen.

Opinnäytetyön aihe oli erittäin ajankohtainen kylmävalssaamolla ja samasta aiheesta eri tuotantolinjoille tehdään myös opinnäytetöitä. Tarkoituksena on tehdä jokaiselle linjalle vastaavat turvalukituskortit lähitulevaisuudessa. Turvallisuus on ollut aina erittäin suuressa roolissa nykyajan teollisuudessa ja se näkyy Outokummun Tornion tehtaiden jokapäiväisessä tekemisessä.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kerätä tietoa halkaisulinjan 2 turvalukituksista tutkimalla aineistoa haastattelemalla työnjohtajia ja operaattoreita sekä tutustumalla kentällä linjanlaitteistoon. Näiden pohjalta luotiin LOTOTO-mallin mukaan turvalukituskortit, jotka lisäävät alueen turvallisuutta ja yhtenäistävät työtapoja merkittävästi. Turvalukituskorteissa on selkeät kuva- ja tekstiohjeet, mitä lukitaan ja miten kun mennään työskentelemään linjan laitteistojen läheisyyteen. Jokaisessa linjan osa-alueen lukituskortissa kuvattiin selkeästi tarvittavat hydraulikan, pneumatiikan, sähköenergian, tai mekaniikan lukitukset, jotta työ voidaan suorittaa turvallisesti.

Tavoitteena oli lisätä turvallisuutta ja tehokkuutta esimerkiksi linjan käyttöhenkilöstön häiriönpoistoissa kuin kunnossapitoseisakeissa, joissa mahdollisesti työskentelee myös ulkopuolista työvoimaa, joille monestikaan ei linja ole erityisen tuttu. Turvallisuus paranee, kun jokaisella linjalla työskentelevällä on tietoa linjan laitteiston oikeaoppisesta odottamattoman käynnistyksen estosta. Turvalukituskortit lisäävät myös tehokkuutta, kun turvalukituksien etsimiseen ei mene ylimäärästä aikaa vaan huoltotoimenpiteet saadaan aloitettua tehokkaasti.



## 2 OUTOKUMPU

Outokumpu on maailman johtava teräksen valmistaja, joka luo alan parhaan arvon olemalla asiakassuuntautunut ja tehokas. Outokumpu on organisoitunut neljään liiketoiminta-alueeseen, jotka ovat Europe, Americas, Long products ja Ferrochrome. Työntekijöitä palveluksessa on yli 10 000 henkilöä yli 30 eri maassa. Outokummun Tornion tehtailla työskentelee yli 2000 henkeä kylmävalssaamalla, sulatolla, kuumavalssaamalla, ferrokromitehtaalla ja Kemin kaivoksella. (Outokumpu Oyj 2020a.)

Outokummun historia alkoi vuonna 1910, jolloin löydettiin kupariesiintymä Outokumpu-nimiseltä kukkulalta. Kuparikaivokset ja sen jalostaminen oli 1950-luvulle asti päätoimiala, minkä jälkeen kuvioihin tulivat nikkeli-, sinkki ja kromikaivokset. Vuoden 2004 jälkeen Outokumpu luopui muista metalleista ja keskittyi ainoastaan ruostumattoman teräksen valmistukseen noustakseen maailman johtavaksi ruostumattoman teräksen tuottajaksi. Vuonna 2011 Outokumpu osti saksalaisen Inoxum GmbH:n ThyssenKruppin ruostumattoman teräksen toiminnot ja sen jälkeen on noussut maailman johtavaksi ruostumattoman teräksen valmistajaksi. (Outokumpu Oyj 2020a.)

### 2.1 Outokumpu Tornion tehtaet

Tornion tehtaiden historia alkaa vuodesta 1959, kun suomalainen sukeltaja Martti Matilainen löysi makeavesikanavasta kromilohkareen Kemissä. Tämän jälkeen Outokumpu sai oikeudet tutkia esiintymää ja kaivostyöt aloitettiin vuonna 1964. Neljän vuoden kuluttua naapurikuntaan Tornioon rakennettiin ferrokromisulatto, jonka tuotanto alkoi vuonna 1968. (Outokumpu 2020c.)

Outokummulla oli nyt kaksi tärkeää raaka-ainetta ruostumattoman teräksen valmistukseen, nikkeli ja kromi. Tästä syystä vuonna 1976 Tornioon rakennettiin ruostumattoman teräksen sulattamo. Myöhemmin rakennettiin vielä kuuma- ja kylmävalssaamo, jotka tekivät Tornion tehtaista ruostumattoman teräksen integraation. (Outokumpu 2020c.)

Tornion tehtailla on kaksi eri liiketoiminta-aluetta, Outokumpu Chrome Oy ja Outokumpu Stainless Oy. Chromeen kuuluu Kemin kaivos ja kolme ferrokromisulattoa Tornion tehdasalueella. Stainlessin puolella on kaksi jaloterässulattoa, kuumavalssaamo ja kaksi kylmävalssaamoja. Tehdasalueen pinta-ala on yli 600 hehtaaria ja yli 56 hehtaaria tehdasalueesta on rakennusten peitossa. Tiestöä on noin 60 km, joista noin 10 km on kevyen liikenteen väyliä (Kuva 1). Torniossa ja Kemissä työskentelee yli 2100 outokumpulaista ja urakoitsijoita on päivittäin noin 600, joista puolet on Torniossa ja puolet Kemissä. Outokummun arvioitu työllisyysvaikutus alueella on yli 7000 henkilöä. (Outokumpu 2020b.)

Kemin kaivoksen kapasiteetti on nykyisin 2,7 miljoonaa tonnia malmia vuodessa. Ferrokromitehdas sisältää kolme ferrokromiuunia, joista viimeisin on otettu käyttöön vuonna 2013. Kolmas uuni tuplasi tuotannon kapasiteetin 530 000 tonniin vuodessa. Terästehtaan puolella kapasiteetti on kahdella jaloterässulatolla yhteensä noin 1,65 miljoonaa tonnia vuodessa ja myös kuumavalssaamon kapasiteetti on 1,65 miljoonaa tonnia vuodessa. Kylmävalssaamon tuotantokapasiteetti on noin 1,2 miljoonaa tonnia vuodessa. Kuumavalssaamon ylimäärätuotanto vieään Outokummun muille tuotantoyksiköille. (Outokumpu 2020b.)



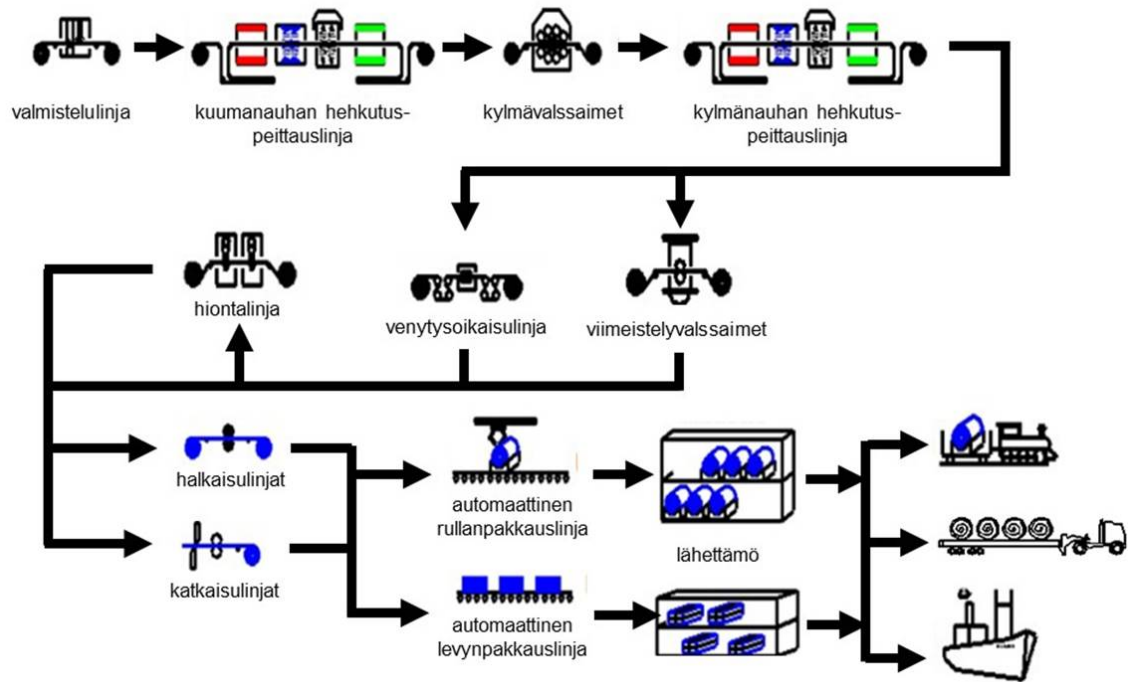
Kuva 1. Outokummun tehdasalue (Outokumpu 2020b)

## 2.2 Kylmävalssaamot

Tornion tehtailla sijaitsee KYVA 1 ja KYVA 2. KYVA 1:seen kuuluu pääpiirteittäin 4 hehkutus- ja peittauslinjoja (HP), 3 kappaletta Senzimir-valssaimia (SZ), 2 kappaletta viimeistelyvalssaimia (VV) ja 7 kappaletta leikkauslinjoja. KYVA 2 on jatkuvatoiminen valssaus, hehkutus ja peittauslinja (RAP), johon on samaan aikaan integroitu kylmävalssaus, hehkutus ja peittaus, viimeistelyvalssaus ja venytysokaisu. Kylmävalssaamojen yhteiskapasiteetti on 1,2 miljoonaa tonnia vuodessa, joista kylmävalssattuja on 750 000 tonnia ja kirkkaita kuumanauhoja 450 000 tonnia. (Outokumpu 2020b.)

KYVA 1 prosessi alkaa joko HP3-linjalta tai vaihtoehtoisesti HP1-linjalta, jossa hehkutetaan ja peitataan kuumavalssaamolta tuleva mustan hilseen peitossa oleva rulla. Tämän jälkeen nauha valssataan yhdellä kolmesta SZ-valssaimella haluttuun paksuuteen ja se voi ohentua jopa 80 % lähtöpaksuudesta. Sen jälkeen nauha vielä hehkutetaan ja peitataan HP1-, HP2- tai HP4-linjalla haluttujen ominaisuuksien palauttamiseksi, mistä se tarvittaessa viedään vielä viimeistelyvalssaimille, jonka käsittely parantaa teräksen pinnan sileyttä ja tasomaisuutta. (Outokumpu 2020b.)

Nyt ruostumattomat teräsnauhat ovat valmiita jatkojalostettaviksi, se tapahtuu joko Torniossa leikkauslinjoilla, joiden jälkeen se menee automaattisen rullan tai levyn pakkaukseen ja siitä kuljettimia pitkin korkeavarastoon ja lähetettäväksi asiakkaalle lähettämön kautta. Osa rullista menee viikoittain kulkevilla linjalaivoilla Outokummun omistamaan Teurnezenissä sijaitsevaan leikkauskeskukseen, jossa tavara ajetaan asiakkaan haluamiin mittoihin ja lähetetään eteenpäin. (Outokumpu 2020b.) Alla kuvio tuotantokaaviosta (Kuvio 1).



Kuvio 1. KYVA 1 tuotantokaavio (Outokumpu 2020b)

### 2.3 Leikkauslinjat

KYVA 1 sisältää 7 kappaletta leikkauslinjoja, joista 4 kappaletta on halkaisulinjoja (HA) ja 3 kappaletta katkaisulinjoja (KA). Halkaisulinjan tarkoituksena on kaventaa nauhaa asiakkaan haluamaan leveyteen. Katkaisulinjoilla puolestaan tarkoituksena on leikata teräsnauhasta levytavaraa asiakkaan haluamaan mittaan. (Outokumpu 2020b.)

Halkaisulinjoja ovat halkaisulinja 1, halkaisulinja 2, halkaisulinja 4 ja halkaisulinja 6. HA1 on vanhin linjoista, mutta sitä on modernisoitu asentamalla tällintekorobotti, joka kokoaa automaattisesti nauhakohtaiset työkalut leikkaamista varten. HA1 ajetaan paksuimmat ajot halkaisulinjoista. HA2 on linja, jossa ei ole tällintekorobottia vaan tällit tehdään itse käsin. HA2:lla ajetaan pääsääntöisesti ohuimmat ja vaativimmat ajot. HA4:lla ajetaan keskipaksuja ajoja ja siellä on myös käytössä tällintekorobotti. HA6 on uusin halkaisulinja, joka on rakennettu 2000-luvulla. Sillä ajetaan pääosin reunauksia. (Outokumpu 2020b.)

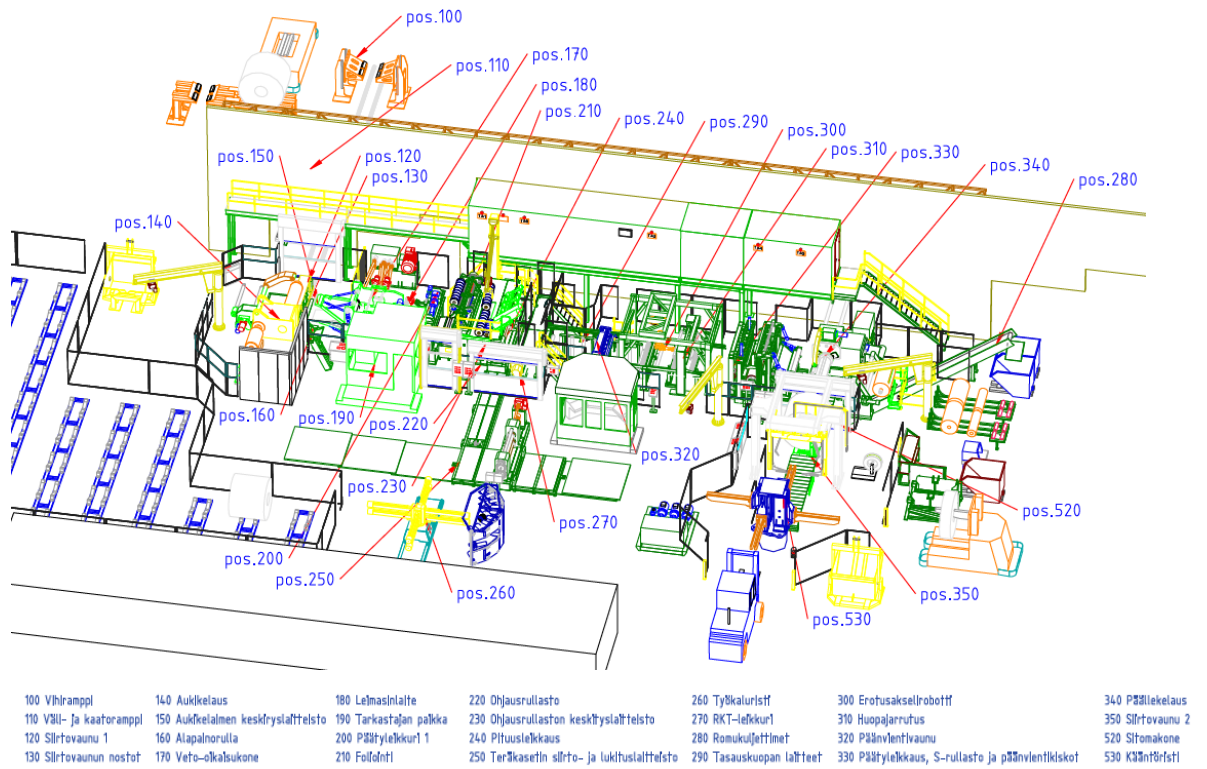
Katkaisulinjoja ovat katkaisulinja 1, katkaisulinja 2 ja katkaisulinja 3. Katkaisulinja 1 on vanhin linjoista ja linja on kombi-linja, mikä tarkoittaa, että sillä voidaan

ajaa rullasta levytavaraa tai mahdollisesti rullatavaraa. KA1:lla ajetaan keskipak-suja ajoja. KA2 on myös kombi-linja, sillä ajetaan paksumpia ajoja kuin katkaisulinja 1. KA3 eroaa muista linjoista siten, että sillä ei voi ajaa muuta kuin levytavaraa, eli linjalla ei ole ollenkaan päällekelainta. (Outokumpu 2020b.)

#### 2.4 Halkaisulinja 2

Opinnäytetyössä käsitellään HA2:n turvalukituksia. HA2 on modernisoitu vuonna 2010, joten se on logiikaltaan ja turvavarusteiltaan nykyaikainen kauttaaltaan turva-aidattu linja. Linjalla pystytään ajamaan paksuudeltaan 0,30 - 3,00 mm:n nauhaa, jonka lähtöleveys voi olla 400 - 1640 mm. Vastaavasti loppuleveys voi olla 35 – 1630 mm:n ja kaistoja on mahdollista ajaa 16 kappaletta. Linjaan on mahdollista syöttää kahdella eri rullansisähalkaisijalla olevia rullia 610 mm ja 508 mm. 610 mm sisähalkaisijalla oleva rulla on Torniossa normaali koko. Tämä mahdollistaa sen, että asiakas voi halutessaan valita pienemmän sisähalkaisijan. (Outokumpu 2020b.)

Linjalla voidaan ajaa uudelleen kelauksia, reunauksia, joiden tarkoituksena on ottaa nauhan reunasta kaistaleet pois, jolloin saadaan rullasta asiakkaan toiveiden levyinen ja kaista-ajoja, joissa rullasta voidaan tehdä useampia eri levyisiä rullia. HA2 eroaa muista Tornion tehtaiden halkaisulinjoista siten, että siinä kasa-taan manuaalisesti tällit eli työkalu, joka leikkaa teräksen kaistoiksi. (Outokumpu 2020b.) Kuvassa 2 on esitelty layoyt kuva linjan laitteistosta (Kuva 2).



Kuva 2. Halkaisulinjan 2 layout (Outokumpu 2020b)

### 3 TYÖTURVALLISUUS

Suomen laki määrittelee työturvallisuuteen liittyviä velvoitteita työnantajalle työntekijöiden turvallisuuden ja työkyvyn turvaamiseksi. Lait eivät ole suosituksia vaan niitä on työnantajan ja työntekijän noudatettava. Standardit ovat taas suosituksia ja niiden tarkoituksena on luoda yhteisiä menettelytapoja.

#### 3.1 Lain tarkoitus

Työturvallisuuslaissa määritellään työntekijöiden turvaamiseksi lain tarkoitus. Sen on tarkoituksena parantaa työntekijöiden olosuhteita työskennellä heidän turvallisuuden ja työkyvyn säilymisen ylläpitämiseksi. Alla asia määriteltynä työturvallisuuslaissa (Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738 1 §):

*”Tämän lain tarkoituksena on parantaa työympäristöä ja työolosuhteita työntekijöiden työkyvyn turvaamiseksi ja ylläpitämiseksi sekä ennalta ehkäistä ja torjua työtapaturmia, ammattitautoja ja muita työstä ja työympäristöstä johtuvia työntekijöiden fyysisen ja henkisen terveyden, jäljempänä terveys, haittoja.”*

#### 3.2 Työsuojelu ja työnantajan huolehtimisvelvoite

Työnantaja ja työnantajan edustajina toimivat esimiehet ovat vastuussa työturvallisuudesta, mutta myös jokaisella työntekijällä on velvollisuus huolehtia omasta ja työkavereidemme turvallisuudesta. Työnantajan velvollisuus on karotta työnsä riskiä ja hoitaa perehdytys ja opastus kunnolla. Työterveyshuoltoa on tarjottava työntekijän työkyvyn ylläpidon säilymiseksi. Työsuojeluorganisaatio, jossa on edustajia niin työnantajalta kuin työntekijöistäkin osallistuvat asiantuntijoina oman työpaikkansa työturvallisuusasioihin liittyvissä kysymyksissä. (Työturvallisuuskeskus 2020a.) Alla asia määriteltynä työturvallisuuslaissa (Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738 8 §):

*”Työnantaja on tarpeellisilla toimenpiteillä velvollinen huolehtimaan työntekijöiden turvallisuudesta ja terveydestä työssä. Tässä tarkoituksessa työnantajan on otettava huomioon työhön, työolosuhteisiin ja muuhun työympäristöön samoin kuin työntekijän henkilökohtaisiin edellytyksiin liittyvät seikat.”*

Huolehtimisvelvollisuus on kuitenkin rajattu pois epätavallisista ja täysin ennalta arvaamattomista tapahtumista ja olosuhteista, joihin työnantajalla ei ole mahdollisuutta vaikuttaa sekä poikkeukselliset tapahtumat, joiden seurauksiin ei olisi ollut mahdollisuutta varotoimenpiteistä huolimatta vaikuttaa. (Työturvallisuuskeskus 2020a.) Alla periaatteet määriteltynä työturvallisuuslaissa (Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738 8 §):

*”Työnantajan on suunniteltava, valittava, mitoitettava ja toteutettava työolosuhteiden parantamiseksi tarvittavat toimenpiteet. Tällöin on mahdollisuuksien mukaan noudatettava seuraavia periaatteita:*

- 1. Vaara- ja häirtatekijöiden syntyminen estetään.*
- 2. Vaara- ja häirtatekijät poistetaan tai, jos tämä ei ole mahdollista, ne korvataan vähemmän vaarallisilla tai vähemmän haitallisilla.*
- 3. Yleisesti vaikuttavat työsuojelutoimenpiteet toteutetaan ennen yksilöllisiä.*
- 4. Tekniikan ja muiden käytettävissä olevien keinojen kehittyminen otetaan huomioon.”* (Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738 8 §.)

### 3.3 Koneiden, työvälineiden ja muiden laitteiden käyttö

Työnantajan on valittava käyttöön aina kyseiseen työhön ja olosuhteisiin tarkoitettu turvallinen työväline. Opastus on oltava koneisiin ja varsinkin kiinnitettävä huomiota poikkeustilanteisiin, joita ovat esimerkiksi häiriönpoistot ja kunnossapitotyöt. Työntekijällä on myös velvollisuus olla tietoinen käyttämiensä koneiden vaaratekijöistä. (Työturvallisuuskeskus 2020b.) Alla asia määriteltynä työturvallisuuslaissa (Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738 41 §):

*”Koneita, työvälineitä ja muita laitteita on käytettävä, hoidettava, puhdistettava ja huollettava asianmukaisesti. Pääsyä koneen tai työvälineen vaara-alueella on rajoitettava niiden rakenteen, sijoituksen, suojusten tai turvalaitteiden avulla tai muulla sopivalla tavalla. Huolto-, säätö-, korjaus-, puhdistus-, häiriö- ja poikkeustilanteisiin on varauduttava niin, että ne eivät aiheuta vaaraa tai häirtä työntekijöiden turvallisuudelle tai terveydelle. Valtioneuvoston asetuksella voidaan antaa*



*tarkempia säännöksiä koneiden, työvälineiden ja muiden laitteiden hankinnasta, turvallisesta käytöstä ja huollosta.”*

### 3.4 Työturvallisuus Outokummulla

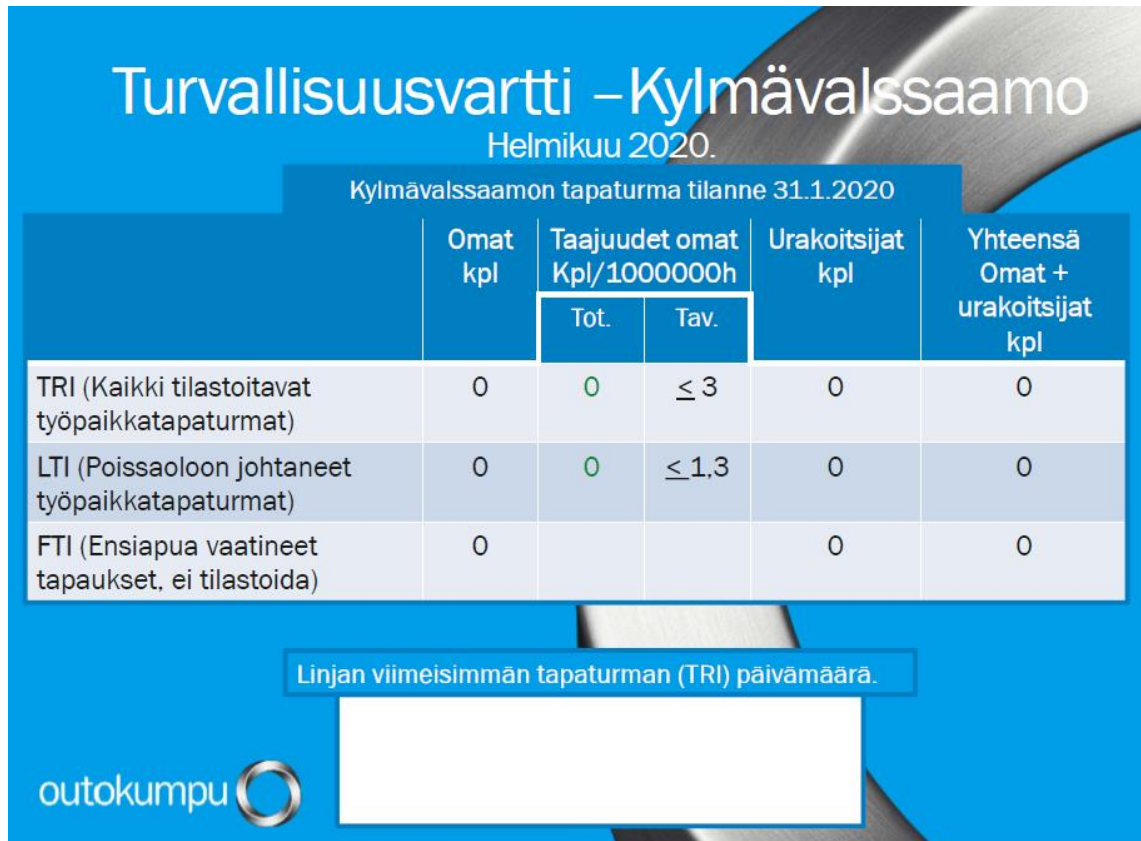
Outokummulla Tornion tehtailla työturvallisuus on ollut jo pitkään erittäin näkyvänä osana päivittäistä toimintaa. Työkulttuuri on luotu turvallisuuskulmaa ajatellen, se näkyy alhaisissa tapaturmaluvuissa, jotka ovat alan parhaimmistoa. Pitkän tähtäimen tavoitteena on nolla poissaoloon johtunutta tapaturmaa, josta ei enää olla kovinkaan kaukana ja kehitys on ollut huimaa. (Outokumpu 2020b.)

Outokummulla käytetään lausahduksia ”Turvallisuus ennen tonneja” ja ”Turvallisuus ensin” nämä viestivät hyvinkin paljon siitä minkälaista turvallisuuskulttuuria Outokummulla vaalitaan ja sen näkee ihan joka päiväisessä työskentelyssä. Outokummulla on käytössä turvallisuushavaintoihin tietokanta, johon työntekijät voivat ilmoittaa turvallisuushavaintoja tai esimerkiksi vaaratilanneilmoituksia. (Outokumpu 2020b.)

Outokummulla on hyvin varauduttu ennakoivaan riskien kartoittamiseen. Useasti toistuviin töihin löytyy tietokannasta työohjeet ja riskien arviointi. Työntekijöillä on myös itsellään kirjalliset tuumatuokiokortit, joissa pystytään kartoittamaan työn vaarat ja jos kyse on esimerkiksi kunnossapitotyöstä niin työnjohtajalta saadusta työmääräimestä löytyy turvallisuusohjeita. (Outokumpu 2020b.)

### 3.5 Turvallisuusvartit

Outokummulla on käytössä joka kuukausittaiset turvallisuusvartit, joissa käydään läpi vasta aikoihin tapahtuneita vaaratilanteita, tapaturmia, turvallisuushavaintoja tai uusia ohjeistuksia turvallisuuteen liittyen. Outokumpu on iso konserni, joten näissä turvallisuusvarteissa käydään läpi myös muissa Outokummun tehtaissa tapahtuneita vaaratilanteita, tapaturmia tai havaintoja. Näillä toimilla pyritään välttämään, ettei samoja tilanteita vaaratilanteita tai tapaturmia toistettaisi muissa tehtaissa. (Outokumpu 2020b.) Alla kuva turvallisuusvarttimateriaalin kansikuvasta (Kuvio 2).



Kuvio 2. Turvallisuusvarttimateriaali (Outokumpu 2020b)

## 4 ODOTTAMATTOMAN KÄYNNISTYKSEN ESTO

Odottamattoman käynnistyksen eston parantamiseksi on kehitetty lukitse ja merkitse – menettely, joka on luotu vuonna 1990 Yhdysvalloissa (OSHA 2020). Euroopassa on EU-direktiivi odottamattoman käynnistyksen estosta, jossa käsitellään laitteiden erottamista eri energioista. Laitteiden odottamattoman käynnistyksen estoon on luotu myös standardeja, jotta laitteet olisivat yhteneviä.

### 4.1 Lukitse ja merkitse

Lukitse ja merkitse – menettely (lock out/tag out) on luotu vuonna 1990 Yhdysvalloissa heidän työsuojeluviranomaisen The Occupational Safety and Health Administrationin toimesta. Tarkoituksena on eristää laitteiden energiat, jotta ne eivät pääse vapautumaan hallitsemattomasti koneiden huolto- tai häiriönpoistotöissä. Tarkoituksena on lukita energian erotuslaite lukolla ja merkitä se. Tällä menetelmällä varmistetaan laitteen turvallinen ja energiamaton tila koko huolto- ja korjaustyön ajan. (OSHA 2020.)

Lukitse ja merkitse -menettelyllä on tarkoitus estää koneiden ja laitteiden vahinkokäynnistyksiä häiriönpoistoissa ja huoltotöissä ja varmistaa täten alueella työskentelevien turvallisuus. Tämä tapahtuu siten, että laitteiden käyttämä energialähde suljetaan ja lukitaan sen ajaksi, kun laitteen vaikutusalueella työskennellään, näin vältetään ulkopuolisten yritysten käynnistää laite. Lukitsemisen lisäksi merkitään työn kesto ja työhön osallistuvat henkilöt. Tämä koskee kaikkia energiamuotoja eli sähköenergiaa sekä termistä, kemiallista, pneumaattista, hydraulista ja mekaanista energiaa. (OSHA 2020.)

Turvalukitukset tilanteessa, jossa on useampi henkilö työskentelemässä laitteiston vaikutusalueella, voidaan käyttää turvahakasta tai sitten jos esimerkiksi pitää sulkea alue, jossa on monta lukittavaa venttiiliä, voidaan käyttää apuna lukituslaatikkoa, jonka sisälle laitetaan lukittavien venttiilien avaimet ja laatikko lukitaan alueella työskentelevien henkilöiden lukoilla. (Korhola 2019). Alla kuva lukitusboksista (Kuva 3).



Kuva 3. Lukituslaatikko (Brady 2020)

#### 4.2 EU-direktiivi odottamattoman käynnistyksen estosta

Euroopassa on säädetty odottamattoman käynnistyksen estosta myös lainsäädäntöä. Odottamattoman käynnistyksen estosta on laadittu EU-direktiivi, jossa vaaditaan, että työvälineissä on oltava selvät laitteet, joilla ne voidaan erottaa energialähteistään ja uudelleen kytkentä ei saa aiheuttaa vaaraa. Asia määritellään EU-direktiivissä näin (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2009/104/EY):

”Kaikki työvälineet on varustettava selvästi tunnistettavin laittein, joilla ne voidaan eristää kaikista energialähteistään. Uudelleenkytkentä on voitava sovittaa siten, etteivät kyseessä olevat työntekijät joudu vaaraan.”

Laitteiden ja koneiden lukitusmerkinnöistä on myös EU-direktiivissä maininta, joka esittää vaatimuksen työantajalle hoitaa laitteisiin tarvittavat ja asianmukaiset varoitukset ja merkinnät. Asia määritellään EU-direktiivissä näin (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2009/104/EY):

”Työvälineissä on oltava työntekijöiden turvallisuuden varmistamiseksi olennaiset varoitukset ja merkinnät.”

#### 4.3 Standardi odottamattomasta käynnistyksen estosta

Standardien tarkoituksena on luoda yhteinen menettelytapa toistuvaan toimintaan. Standardit ovat suosituksia, mutta monella alalla viranomaiset edellyttävät niiden käyttöä. Suomessa standardisoinnista vastaa Suomen Standardisointiliitto SFS ry ja sen päätehtäviä ovat standardien laadinta, julkaiseminen, vahvistaminen, myynti ja tiedottaminen. Se on jäsenenä kansainvälisessä ISOssa ja eurooppalaisessa CENissä. (SFS ry 2020.)

Koneturvallisuutta ja tarkemmin odottamattoman käynnistyksen estoa käsitellään standardissa SFS-EN ISO 14118:2018 ”Koneturvallisuus, odottamattoman käynnistymisen estäminen”. Standardin soveltamisala on kaikentyyppisistä energialähteistä johtuvat odottamattomat käynnistymiset, joita ovat esimerkiksi tehonsyöttö, joka voi olla sähköinen, hydraulinen tai pneumaattinen, sekä varastoitunut energia johtuen esimerkiksi painovoimasta tai jousista, jotka ovat puristuksissa. (SFS-EN ISO 14118:2018. 2020, 7-8.)

Standardissa käsitellään koneiden odottamattoman käynnistyksen estoa ja ohjeistetaan kuinka pitää toimia, jotta laitteiden vaikutusalueelle meneminen on turvallista. Standardissa laitteiden erottaminen energioista on kuvattu neljällä vaiheella.

1. koneen tai vastaavasti koneen osan erottaminen kaikista energianlähteistä
2. jos ei pystytä toteamaan tehon syötön katkeamista, pitää lukita kaikki erotuslaitteet
3. varastoituneen energian purkaminen tai energiasta johtuvien toimintojen estäminen
4. varmistaminen turvallisilla menetelmillä käyttäen, että edelliset kohdat ovat toteutuneet halutun mukaisesti. (SFS-EN ISO 14118:2018. 2020, 7-8)

## 5 ENERGIAMUODOT

Teollisuudessa käytetään koneissa ja laitteissa erilaisia energiamuotoja, joista yleisimmät ovat sähkö, hydraulikka, pneumatiikka ja mekaaninen energia (Keinänen & Kärkkäinen 2009, 300, 320, 334). Nämä energiamuodot ovat hyvin tunnettuja ja niiden ominaisuuksista ja käyttäytymisestä tiedetään paljon. Alla käydään läpi nämä tyypillisimmät energiamuodot läpi omine lainalaisuuksineen ja toimintatapoineen.

### 5.1 Sähkö

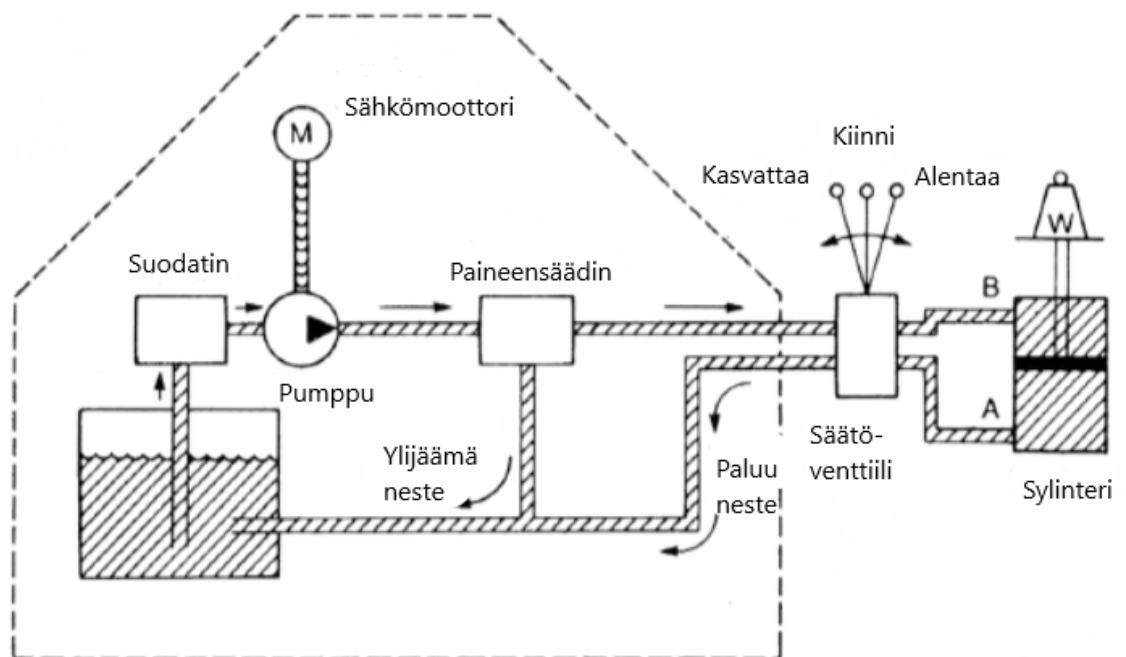
Sähkö on yksi tärkeimmistä luonnonilmiöistä ja sitä käytetään laajasti energiankäytön ja tiedonsiirron alueella. Sähkö voi olla hengenvaarallista ja siitä voi saada sähköiskun, jolloin sähkövirta kulkee kehon läpi ja voi aiheuttaa sydänkammiovärinän (Kuvio 3). Valokaari on sähkön toinen aiheuttama vaara ja se voi syntyä, jos kaksi eri jännitteistä osaa viedään liian lähelle toisiaan ja niiden välissä oleva ilma ei enää pysty eristämään. Sähköä käytetään teollisuudessa yleisimmin sähkömoottoreihin, joilla voidaan pyörittää esimerkiksi hydraulikkapumppuja tai isoja rullia. (STEK 2020.)



Kuvio 3. Sähköiskun demonstrointi (STEK 2020)

## 5.2 Hydrauliiikka

Hydrauliiikassa nesteen paineistus tapahtuu tyypillisesti sähkömoottorilla, joka pyörittää hydrauliiikapumppua ja välittäjäaineena toimii yleisesti hydrauliiikkaöljy (Childs 2013, 745). Hydrauliiikassa käytetään yleensä neljää eri tyyppistä pumpua, jotka ovat hammaspyörä-, siipi-, mäntä- ja ruuvipumput. Hydrauliiikan voima perustuu siihen, että neste on lähes kokoon puristumaton ja sen avulla saadaan aikaan suuria voimia, ilman suuria komponentteja. Hydrauliiikan etuja ovat se, että teho voidaan siirtää putkia pitkin haluttuun paikkaan, joten pyöritysmoottorit ja hydrauliiikapumput voidaan sijoittaa väljempään paikkaan. Myös hydrauliiikkaa voidaan ohjata sähköisesti ja voimaa, momenttia ja nopeutta voidaan muuttaa siten helposti. Hydrauliiikan haittana on järjestelmän korkeapaine, mikä altistaa vuodoille, jonka vuoksi hydrauliiikkaa pitää huoltaa säännöllisin väliajoin. Lika järjestelmässä rikkoo ajan myötä komponentteja ja sen vuoksi vuodot lisääntyvät mikä aiheuttaa palokuorman lisääntymisen, koska hydrauliiikassa käytettävä öljy on palavaa ainetta. (Keinänen & Kärkkäinen 2009, 334-337.) Alla kuviossa on kuvattu hydrauliiikkajärjestelmä (Kuvio 4).



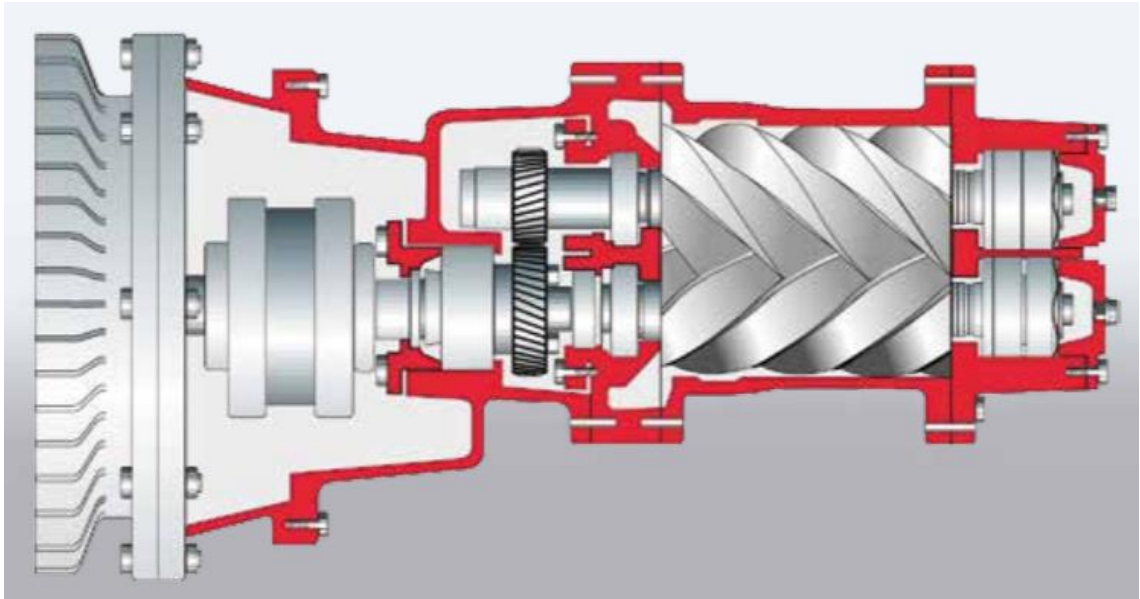
Kuvio 4. Hydrauliiikka järjestelmä (Childs 2013, 736)

### 5.3 Pneumatiikka

Pneumatiikka tarkoittaa paineilmajärjestelmää, jossa toimilaitteet toimivat paineilmalla. Paineilmaa käytetään teollisuudessa sellaisissa sovellutuksissa, joissa pitää käsitellä keveitä kappaleita ja tarvitaan nopeita liikkeitä. Myös ympäristöissä, joissa palo- tai räjähdysvaara on ilmeinen, ovat paineilmakäyttöiset laitteet hyviä verrattuna hydraulisiin laitteisiin. (Keinänen ym. 2009, 320-321.) Paineilman ongelma on alhainen käyttöpaine, joka on rajoitettu 10 bariin turvallisuuden vuoksi, jonka vuoksi pneumaattiset laitteet vaativat suurempia toimilaitteita verrattuna hydraulikalla toimiviin toimilaitteisiin. (Parr 2011,14.) Paineilman käyttö voidaan jakaa kolmeen eri tarkoitukseen, jotka ovat sylinteripneumatiikka, paineilman käyttö itse työhön ja pyörivien liikkeiden tekeminen. (Keinänen ym. 2009, 320-321.)

Paineilmaa tuotetaan erilaisilla kompressoreilla. Kompressorit ovat pääsääntöisesti ruuvi-, mäntä tai lamellikompressoreja. Mäntäkompressoreilla saadaan suuri paine ja kohtalainen tilavuusvirta, niitä on useasti käytössä kotitalouksissa ja sellaisissa sovelluksissa, joissa ilman tarve vaihtelee suuresti käytön aikana. Lamellikompressorit soveltuvat alhaisille paineille ja tilavuusvirroille. Ruuvikompressorilla saadaan tuotettua keskialueen paine ja suuri tilavuusvirta ja ne ovatkin yleisesti teollisuudessa käytössä, koska niillä saadaan taattua vakaa paine pitkäksi aikaa. Ruuvikompressorit ovat hiljaisia ja niissä on yksinkertaisemmat säätömahdollisuudet kuin mäntäkompressoreissa. (Keinänen & Kärkkäinen 2009, 320-321.) Alla kuva ruuvikompressorin sisällöstä (Kuva 4).





Kuva 4. Ruuvikompressorin leikkauskuva (Atlas Copco 2020)

#### 5.4 Mekaaninen energia

Mekaanisella energialla on kaksi muotoa, jotka ovat potentiaalienergia ja kineettinen energia. Potentiaalienergia voi olla painovoimasta johtuvaa eli esimerkiksi jokin laite, joka on tuettu ilmaan ja kun siltä poistetaan tuki, kehittää se painovoimasta johtuvaa kineettistä energiaa. Potentiaalienergia voi olla myös esimerkiksi jousen avulla tehty energia ja kun jousi päästetään irti, se muuttuu kineettiseksi energiaksi. Potentiaalienergia yhdistettynä kineettiseen energiaan on mekaanista energiaa. Teollisuudessa käytetään esimerkiksi jousi voimalla toimivia laitteita. Jos jokin varsi toimii hydraulikalla ylös päin, mutta tulee kuitenkin painovoiman tai jousen avulla alas, sisältää se mekaanista energiaa. (CCOSH 2020.)

## 6 LOTOTON LUKITUSMUODOT

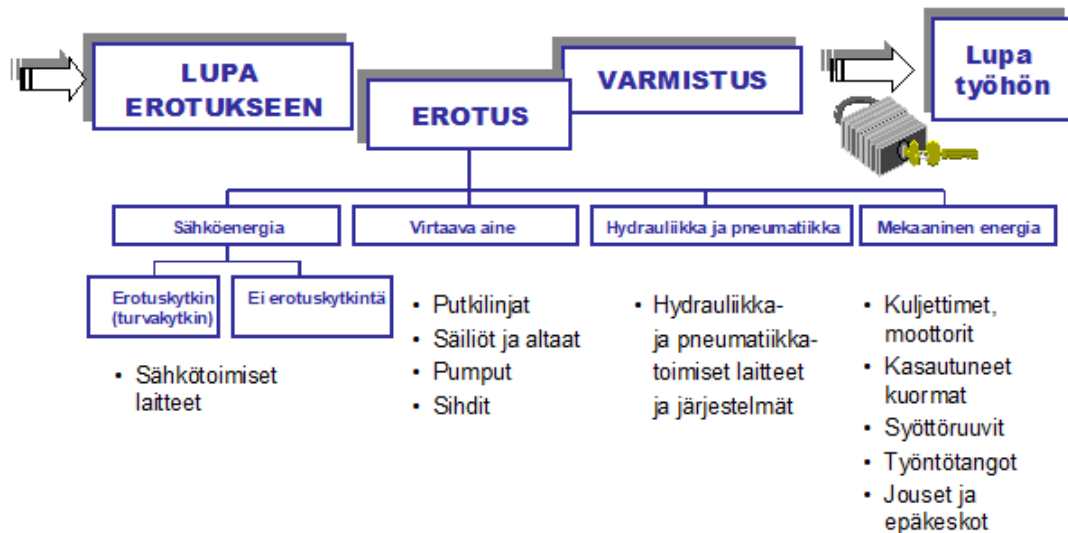
Odottamattoman käynnistykseen estosta eli LOTOTO- menetelmästä on tehty Outokummulla ohje, joka perustuu lakiin, suosituksiin ja konsernin omiin standardeihin. Ohje koskee kaikkia koneiden ja laitteiden puhdistus-, huolto-, ja kunnossapitotöitä. Yleisesti muualla puhutaan LOTOsta, joka tarkoittaa Lockout/Tagout, mutta Outokummulla LOTOTO, johon on lisätty vielä test out eli lukitse, merkitse ja testaa. (Outokumpu 2019.)

Ohjeen mukaan kaikki koneet tai laitteet on erotettava kaikista energian lähteistä ennen huoltoa, kunnossapitoa tai puhdistusta. Vaatimus koskee kaikkia eikä vain omaa henkilöstöä. Näillä toimenpiteillä voidaan välttää koneiden odottamaton käynnistyminen ja siitä aiheutuvat vaaratilanteet ja tapaturmat. (Outokumpu 2019.)

Odottamattomalla käynnistyksellä tarkoitetaan käynnistymistä, joka aiheutuu esimerkiksi:

1. ohjausjärjestelmän vikaantumisesta
2. energiasyötön palaamisesta
3. tarkoituksettomasta käynnistyskäskystä
4. virtaavan aineen purkautumisesta työkohteeseen
5. normaali automaatiojärjestelmän mukainen käynnistyminen voi olla kohteessa olevan näkökulmasta odottamaton. (Outokumpu 2019.)

Työ kohde tulee saattaa aina turvalliseen eli nollaenergiatilaan ennen kuin työt voidaan aloittaa turvallisesti. Alla olevassa kuviossa on kuvattu odottamattoman käynnistymisen eston pääperiaatteet (Kuvio 5). (Outokumpu 2019.)



Kuvio 5. Odottamattoman käynnistyksen pääperiaatteet (Outokumpu 2019)

### 6.1 Hydrauliiikan ja pneumatiikan lukitukset

Hydrauliiikka- tai pneumatiikkajärjestelmien kunnossapitotöiden aikainen ja prosessihäiriöiden poistamisessa tehtävä turvallistaminen:

1. Katkaise sähkövirrat kaikilta toimilaitteilta ja moottoreilta, jos se on mahdollista, lukitse ja merkitse.
2. Pura painevaraajissa, säiliöissä tai putkistossa oleva paine tai eristä ne luotettavasti ja kokeile onnistuiko eristäminen.
3. Laske hydrauliiikan varassa olevat taakat alas tai tue ne luotettavasti. Liikkeitä pitää lukita mekaanisesti kiinteällä tai väliaikaisella lukituksella/tuenalla, merkitse lukitus kyltillä.
4. Selvitä työhön ja sen ympäristöön liittyvät muut vaaratekijät. (Outokumpu 2019.)

Hydrauliiikka- tai pneumatiikkatoimisten laitteiden vaikutusalueen turvallistaminen:

1. Hydrauliiikka- tai pneumatiikkatoimisten laitteiden liikkeet pitää lukita kiinteällä tai mekaanisella lukituksella ja merkitä.
2. Selvitä työhön ja sen ympäristöön liittyvät muut vaaratekijät. (Outokumpu 2019.)

Hydrauliiikka- tai pneumatiikkatoimisten laitteiden vaikutusalueen turvallistaminen, mikäli kohteessa ei ole kiinteää mekaanista lukitusta:

1. Laske hydrauliiikan varassa olevat taakat alas tai vastaavasti tue ne luotettavin menetelmin.
2. Pura painevaraajissa, säiliöissä tai putkistossa oleva paine tai vastaavasti eristä ne luotettavin menetelmin, lopuksi kokeile onnistuiko eristäminen.
3. Sulje kohteen sulkuventtiilit ja lukitse. Asenna niihin venttiilin sulkeneen henkilön nimellä varustettu "Älä avaa venttiiliä" -kyltti.
4. Selvitä työhön ja sen ympäristöön liittyvät muut vaaratekijät. (Outokumpu 2019.)

Alla olevassa kuvassa on Outokummulla käytössä olevat venttiilien lukitsemista varten olevat lukituslaitteistot (Kuva 5). Vasemmalla puolella kuvassa olevaa turvahakasta käytetään silloin kuin venttiilin vaikuttamalla alueella on useampi kuin yksi henkilö. (Outokumpu 2019.)



Kuva 5. Turvahakanen ja turvalukko

## 6.2 Sähköenergia

Sähköenergian erotusperiaatteet on tarkoitettu laitteisiin, joissa on turvakytkin, joka katkaisee päävirtapiirin:

1. Tarkista turvakytkimen vaikutusalue.
2. Kytke laite pois päältä, tarvittaessa käynnistyskieltokyltti valvomoon tai käyttöpaneeliin.
3. Lukitse turvakytkin 0-asentoon ja merkitse Älä kytke– kyltillä, kirjoita kylttiin nimiesi ja päivämäärä, jolloin laite on erotettu.
4. Jos mahdollista, varmista koekäynnistyksellä erotuksen onnistuminen.
5. Selvitä työhön ja työympäristöön liittyvät muut vaaratekijät. (Outokumpu 2019.)

Sähköenergian erotusperiaatteet laitteeseen, jossa ei ole turvakytkintä:

1. Määrittele laite tarkasti erotusta varten.
2. Kytke laite pois päältä, lukitse katkaisija/kytkin ja aseta käynnistyskieltokyltti käyttöpaneeliin tai valvomoon.
3. Lukitse ja merkitse ohjausvirran estokytkin 0-asentoon.
4. Sähköasentaja poistaa sulakkeen tai avaa varokytken sekä asettaa kyt-kentäkieltokilven ja varmistaa sähkötilasta lähtiessään oven jäävän luk-koon.
5. Varmista erotus koekäynnistyksellä, jos mahdollista.
6. Selvitä työhön ja työympäristöön liittyvät muut vaaratekijät. (Outokumpu 2019.)

Alla havainnollistettu kuva turvakytimestä missä on lukitusmahdollisuus (Kuva 6) (Outokumpu 2019.)



Kuva 6. Turvakytken lukitus

### 6.3 Mekaaninen energia

Mekaanisen energian lukituksen kohteita ovat esimerkiksi moottorit, kuljettimet, nosto-ovet, jouset ja epäkeskot, kasautuneet kuormat, syöttöruuvit, työntötangot ja isojen ajoneuvojen renkaat. (Outokumpu 2019.) Alla ohje mekaanisen energian erottamisesta työkohteesta:

1. Katkaise sähkövirrat kaikilta toimilaitteilta ja moottoreilta.
2. Katkaise energiansyöttö poistamalla hihnat/ketjut tai avaamalla kytkin.
3. Lukitse mahdollisen vaarallisen liikkeen aiheuttava koneen osa tuella, jarrulla, salvalla tai lukitustapilla, merkitse lukitus.
4. Selvitä työhön ja työympäristöön liittyvät muut mahdolliset vaaratekijät. (Outokumpu 2019.)

### 6.4 Mittalaitteet

Mittalaitteita käytetään Outokummulla esimerkiksi teräksen paksuuden ja profiilien mittaukseen. Yleisohje mittalaitteiden turvallistamiseen, joita ovat esimerkiksi lasertunnistimet, röntgenlaitteet ja radioaktiiviset säteilylähteet:

1. selvitä mittalaitteen vaara-alue
2. tee mittalaite turvalliseksi sille sovitulla tavalla
3. varmista tai selvitä mittalaitteen turvallistamisen onnistuminen.
4. selvitä työhön ja työympäristöön liittyvät muut mahdolliset vaaratekijät. (Outokumpu 2019.)

## 7 LOTOTO – LUKITUSKORTIT

Työn tarkoituksena oli tehdä HA2 linjalle LOTOTO- lukituskortteja, joiden tarkoituksena on parantaa työturvallisuutta ja tehokkuutta käytäntöjen vakiintumisen myötä. Tavoitteena oli lukituskorttien avulla saada jokaiselle työntekijälle yhtenevät tiedot laitteistojen ja koneiden oikeaoppisesta turvallistamisesta oli sitten kyse linjaoperaattoreista, kunnossapitotyöntekijöistä tai ulkopuolisista urakoitsijoista. Lukituskortit sijoitetaan laminoituna A4 muodossa linjan valvomon läheisyydessä sijaitsevaan postilaatikkoon, josta ne löydetään helposti alueelle töihin mentäessä.

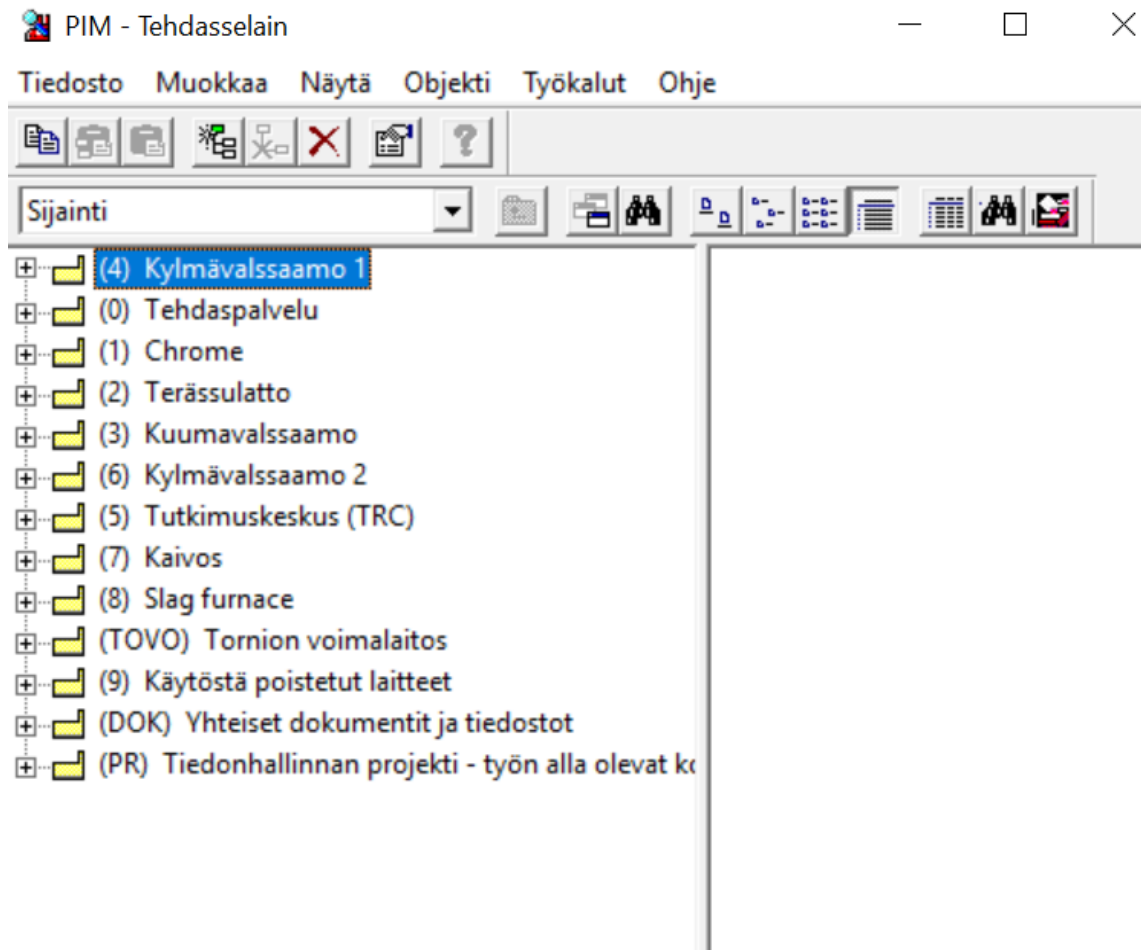
### 7.1 Järjestelmät

Työssä käytettiin apuna erilaisia teollisuuteen kehitettyjä ohjelmistoja, joiden tarkoituksena on avustaa työntekemistä ja tuoda sille lisäarvoa. Työssä keskeisiä ohjelmistoja olivat KUTI, WEBDOHA ja BRADY.

#### 7.1.1 KUTI

KUTI on Outokummun Tornion tehtailla käytettävä kunnossapitotietojärjestelmä. Sen avulla tehdään työtilauksia kunnossapidolle, suunnitellaan seisakkeja, varataan niissä käytettäviä materiaaleja. (Outokumpu 2020b.) KUTI sisältää myös tuotannon päiväkirjan, mihin kirjoitetaan linjojen päivittäisiä asioita. KUTI:n laitehierarkian perusteella tehdään lukituskortit ja KUTI:sta löytyy laitekohtaiset osaluettelot, jotka ovat tarpeen työssä. Alla kuva KUTI:n käyttöliittymästä (Kuva 7).





Kuva 7. KUTI käyttöliittymä (Outokumpu 2020b)

## 7.2 WEBDOHA

WEBDOHA on verkossa toimiva piirustuksien arkistointipalvelu. Siellä voi selata alue- ja linjakohtaisesti esimerkiksi laitteiden rakennepiirustuksia, hydraulikka-kaavioita ja sähköpiirustuksia. (Outokumpu 2020b.) Sieltä voi myös etsiä piirustusnumeron mukaan laitteiden kuvia tai piirustuksia. Täältä saa lukituskorttien tekeen vaadittavat linjojen rakenne-, hydraulikka ja sähköpiirustukset, jolloin kentälle meno helpottuu, kun tiedetään esimerkiksi minkälaista hydraulikkaa laitteet sisältävät. Alla kuva WEBDOHA-käyttöliittymästä (Kuva 8).



#### Arkisto

- 0 Tehdasalue (tehdaspalvelu)
- 1 FECR
- 11 FECR (KUTI)
- 2 JT-SULATTO
- 22 JT-SULATTO (KUTI)
- 3 KUVA --> UUDET POSITIOT 33-HIERAKIAAN
- 33 KUVA (New)
- 4 KYVA1
- 44 KYVA1
- 5 LABORATORIO, TRC, Tornion Research Centre
- 6 KYVA 2
- 7 Maanalainen kaivos
- 9 Käytöstä poistetut laitteet
- E Kaivoksen rikastamo
- P2 JT-SULATTO>22
- R (Testi) Rakennukset 962330 kuvassa linkitykset yhteisille rakennuksille
- S Sähkö
- SP Suunnitteluprojektit
- Y Yhteiset (standardit, ohjeet, pohjat, jne...)

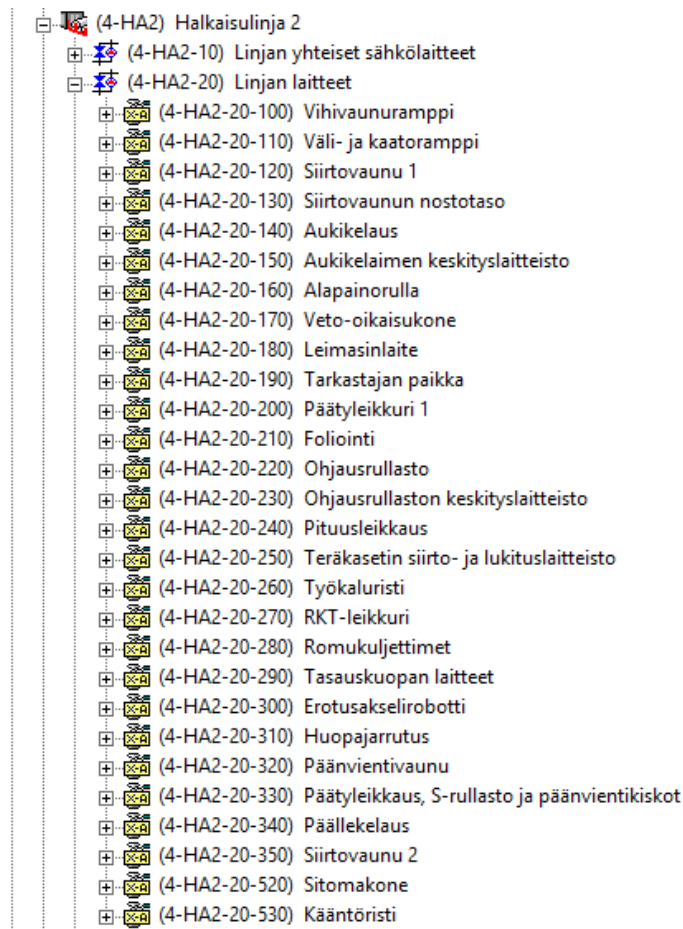
Kuva 8. WebDohan käyttöliittymä (Outokumpu 2020b)

### 7.3 BRADY

BRADY on lukituskorttien teko ohjelma (Kuva 9), joka toimii pilvipalvelun kautta. Järjestelmässä on valmiit lukituskorttipohjat, jotta niistä tulee Outokummun standardien mukaiset. Ohjelmassa tehdään vaihe vaiheelta lukituskortit, aluksi määritellään linja ja laite, jota lukituskortti koskee. Sen jälkeen määritellään lukitusvaiheet ja mitä energioita on kyseessä, näiden toimenpiteiden jälkeen laitetaan havainnollistavat kuvat laitteista ja niiden turvalukituksista. (Outokumpu 2020a.)

## 7.4 Työn toteutus

Työ alkoi palaverilla kylmävalssaamon työturvallisuusinsinööri Janne Korholan ja yhtiön toimeksiantajan edustajan Heikki Seppäsen kanssa, ja siinä kartoitettiin työn tavoitteet, työn kohde ja sen tarkoitus. Edellä olevien tietojen avulla suunniteltiin yhteinen tapa tehdä lukituskortit, jotta korteista tulisi yhdenmukaiset toisen samasta aiheesta lopputyön tekvän kanssa. Sovittiin yleisohje, että lukituskortit tehdään kutihierarkian mukaan ja sen mukaan erotellaan linjan eri laitteet toisistaan. Alla havainnollistava kuva KUTI:n laitehierarkiasta, siinä näkyy laitteiden positionumerot (Kuva 10).



Kuva 10. KUTI laitehierarkia (Outokumpu 2020b).

Työ jatkui laitteistojen perehtymiseen kenttäkierroksien avulla, aluksi käytiin alueen vuorotyönjohtajan kanssa läpi tutustumiskierros, jossa perehdyttiin HA2 linjan perustoiminta periaatteisiin ja sen ominaisuuksiin. Tämän jälkeen käytiin läpi linjalla sijaitsevia laitteistoja ja niiden toimintaa ja kyseisten laitteiden lukituksen paikkoja ja lukitus menetelmiä.

Linjalla haastateltiin operaattoreita ja kerrottiin työn tarkoitus ja kuinka se vaikuttaisi positiivisesti turvallisuuteen. Työturvallisuusinsinööriltä saatiin tarkennuksia siitä, millainen lukituskortin pitäisi olla esimerkiksi millaiset havainnollistavat kuvat ovat hyviä ja kuinka venttiilit tulee merkitä.

Kun muodostui käsitys linjan toiminnasta, pystyttiin perehtymään linjan teknisiin piirustuksiin, jotka sijaitsevat WEBDOHA:ssa. Sieltä löytyivät tekniset piirustukset laitteista ja niiden hydraulikasta kaaviot. Niitä tutkimalla sai hyvän käsityksen laitteiston toiminnasta ja siitä, kuinka monta yksittäistä laite kohtaista venttiiliä on esimerkiksi venttiiliryhmä 1:ssä. Tämä helpottaa linjalla laitekohtaisten venttiilien

etsimistä, kun tiedossa on kaavioiden perusteella olevat venttiilit, positiot ja niiden vaikutusalueet. Tarvittavien materiaalin saannin jälkeen linjan eri laitteiden toiminnasta ja niiden lukituskohteista alkoi itse lukituskorttien tekeminen.

## 8 TULOKSET

Opinnäytetyön tuloksena syntyi 16 kappaletta turvalukituskortteja HA2:lle. Työ rajattiin noin linjan puoleen väliin, jotta työstä ei tulisi liian laaja. Työstä saatavien 16 lukituskortin avulla työturvallisuus paranee, koska lukituskäytännöt vakiintuvat ja ovat jokaisen alueella työskentelevän tiedossa ja saatavilla. Kohdassa 8.1 esitellään turvalukituskortti, joka on tehty HA2 työkaluristille ja siitä käy ilmi kyseisen laitteen lukituskohteet. Kortin sisältöä käydään myös yleisesti läpi.

HA2 sisältää paljon erilaisia laitteistoja ja laitekokonaisuuksia. Tämän vuoksi työssä joutui miettimään, onko järkevämpää laittaa turvalukituskorttiin useampi laite, koska osa laitteista sijaitsee vierekkäin, mikä altistaa työntekijän myös toisen laitteen vaaroille. Esimerkiksi KUTI:ssa on eriteltynä ohjausrullasto ja ohjausrullaston keskityslaitteisto, mutta niiden sijainti on fyysisesti kuitenkin sama, jolloin oli järkevämpää kyseisistä laitteista tehdä yksi turvalukituskortti. Näin varmistetaan, että työntekijä huomioi molempien laitteiden vaarat, koska laitteet toimivat samalla alueella.





### 8.1 Mallikortti työkaluristi

Alla olevasta lukituskorttikuvasta käy ilmi mitä osastoa, linjaa ja laitetta lukituskortti koskee. Lukituskorttiin on merkitty kirjoittamalla ja myös positionumerolla linja ja laite, jota lukituskortti koskee. Lukituskortista nähdään, kuinka monta lukituskohtaa kyseinen lukituskortti pitää sisällään ja kerrotaan alueellemenosäännöt ja ilmoittautumisen käytännöt, sekä käsketään varmistamaan työkohteen turvallinen tila ennen erotustoimenpiteitä eli turvalukituksien kytkemistä (Kuva 11).

outokumpu		Lukituskortti	
ID#:	4-HA2-20-260	Osasto:	Kylmävalssaamo - Leikkauslinjat
Luotu:	3/7/2020	Alue:	Halkaisulinja 2 (4-HA2-20)
Tarkastettu:	4/21/2020	Kohde:	Työkaluristi (4-HA2-20-260)
<b>5</b> Lukitus- kohtaa		<b>Huomioi:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>Oletko ilmoittautunut valvomoon ja muille tarvittaville henkilöille?</li> <li>Onko sinulla lupa aloittaa työ? Tarvitsetko kirjallisen työluvan, esim. työt ahtaissa / suljetuissa tiloissa tai kemikaali/kaasuputkistoihin tai -laitteisiin liittyvät työt?</li> <li>Huomioi muut alueella työskentelevät.</li> <li>Pidä Tuumatuokio!!</li> </ol>	
<b>Valmistelevat työvaiheet</b>			
Varmista, että työkohde on turvallisessa tilassa erotustoimenpiteitä varten.			
			

Kuva 11. Lukituskortin positionumerot

Alla olevassa lukituskortissa kerrotaan eri lukitusvaiheet, nämä voivat sisältää sähköön, hydrauliiikan, pneumatiikan, kaasun tai mekaanisen energian lukituksia. Lukituskorteissa kerrotaan, mikä energia kyseisessä lukituskohdassa on kyseessä ja toimenpiteet laitteen oikeaoppiseen erottamiseen, kortissa on myös kuvallinen ja tekstiä sisältävä ohje erotuskohteen sijainnista ja tuntomerkeistä (Kuva 12).


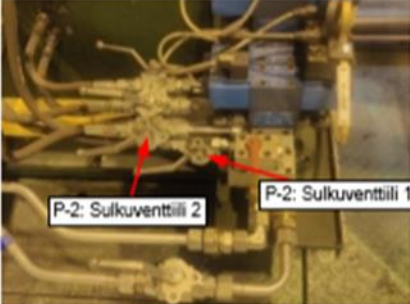

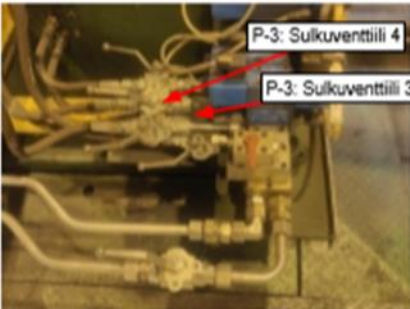
Lukitusvaiheet		
Lukituskohde	Toimenpide	Kuva
<b>1 Sähkö</b> 	Työkaluristin pyöritys (260.B01-M11)  Varmista ennen katkaisijan kääntöä, että työkaluristin käytöt ovat sammutettuina.  Käännä katkaisija OFF-asentoon, lukitse ja merkitse (ÄLÄ KYTKE kyltti)	Turvakytkin sijaitsee työkaluristin alalaidassa.  
Lukituskohde	Toimenpide	Kuva
<b>2 Hydraulikka</b>  VR6	VR6 Työkaluristin hydraulikan pääsulkuventtiili  Käännä venttiili kiinni, lukitse ja merkitse (ÄLÄ KYTKE kyltti)  Vaikutukset: - Työkaluristin pyörityksen lukitus (auki/kiinni) - Työkaluristin työnnin (ylös/alas) - Työkaluristin työnnin (eteen/taakse) Lukitse ja merkitse kilvellä.	

Kuva 12. Lukituskortin lukitusvaiheet

Yllä oleva lukituskortti (Kuva 12) on tehty HA2 työkaluristille, jossa sijaitsee tällin tekoon tarvittavat työkalut. Työkaluristissä on yksi turvakytkin, joka lopettaa energian syötön työkaluristin pyöritykselle. Ennen turvakytkimen kääntöä on kuitenkin muistettava sammuttaa käytöt ja tämän jälkeen käännettävä katkaisija OFF-asentoon, lukittava ja merkittävä katkaisija. Kuvasta 13, jossa on kuva työkalurististä, nähdään turvakytkimen sijainti.


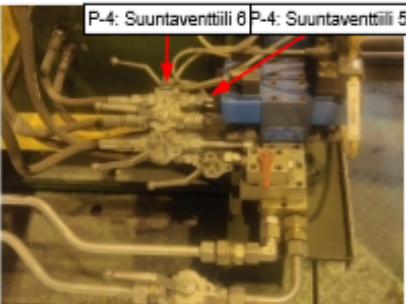
Kohdassa 2 lukitus kohteena on työkaluristin hydraulikan pääsulkuventtiili, jonka vaikutusalueena ovat venttiiliryhmän 6 takana olevat toiminnot. Pääsulkuventtiili on kuvattu yllä olevassa kuvassa (Kuva 12) ja siinä on osoitettu venttiilin sijainti nuolella, jotta se olisi mahdollisimman helposti löydettävissä. Venttiili käännetään kiinni, lukitaan ja merkitään.



<p>3</p> <p>Hydrauliikka</p> 	<p>VR6 työkaluristin pyörytyksen lukitus (280.D54-Y1)</p> <p>Käännä venttiili kiinni, lukitse ja merkitse (ÄLÄ KYTKE kyltti)</p> <p>Vaikutukset:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Työkaluristi pyörytyksen lukitus auki/kiinni</li> </ul>	
<p>4</p> <p>Hydrauliikka</p> 	<p>VR6 työkaluristin työntin (280.D53-Y1)</p> <p>Käännä venttiili kiinni, lukitse ja merkitse (ÄLÄ KYTKE kyltti)</p> <p>Vaikutukset:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Työkaluristi työntin alas</li> <li>-Työkaluristi työntin ylös</li> </ul>	<p>Sulkuventtiili 3 sijaitsee kuvassa näkyvän sulkuventtiili 4 kohtisuoraan alapuolella</p> 

Kuva 13. Lukituskortin lukitusvaiheet

Yllä olevien toimenpiteiden jälkeen suljetaan linjakohtaiset sulkuventtiilit. Kohdassa 3 suljetaan työkaluristin pyörytyksen lukituksen auki-kiinni-toiminto, suljettavia venttiilejä on 2 kappaletta ja ne on osoitettu nuolilla (Kuva 13). Kohdassa 4 suljetaan työkaluristin työntimen alas-ylös-toiminto, suljettavia venttiilejä on 2 kappaletta ja ne on osoitettu nuolilla (Kuva 13). Kohdassa 5 suljetaan työkaluristin työntimen eteen-taakse-toiminto, suljettavia venttiilejä on 2 kappaletta ja ne on osoitettu nuolilla (Kuva 13). Kaikkien kohtien venttiilit käännetään kiinni, lukitaan ja merkitään.

Lukitusvaiheet		
Lukituskohde	Toimenpide	Kuva
5 Hydraulikka 	VR8 Työkaluristin työnin (280.D52-Y1)  Käännä venttiili kiinni, lukitse ja merkitse (ÄLÄ KYTKE kyttä)  Vaikutukset: -Työkaluristin työnin eteen/taakse	Suuntaventtiili viisi on kuvassa näkyvän suuntaventtiili 6 alapuolella. 
<b>Koekäynnistys</b> Erotusten ja lukitusten jälkeen tehdään koekäynnistys turvallistetulle kohteelle. Koekäynnistys kirjataan erotuslistaan. Kun erotustoimenpiteet ja koekäynnistys on suoritettu ja varmistettu, että työkohde on turvallisessa tilassa, voidaan työ aloittaa.		
<b>Työn lopetus ja lukituksen purkaminen</b> Turvalukitusten poisto ja ilmoittautuminen ohjaamoon. Lisäksi on ilmoitettava ohjaamonhoitajalle selkeästi, että korjaustyö on suoritettu, kaikki alueella työskennelleet ovat poistuneet alueelta ja kohde voidaan palauttaa normaaliin toimintaan. Turvalukot ja merkintäkilvet poistetaan ja palautetaan ohjaamoon. Sekä lukituskortti postilaatikkoon.		

Kuva. 14 Lukituskortin koekäynnistys ja työn lopetus

Lukituskortin lopussa on muistutus tehdä LOTOTO:n viimeinen vaihe eli testaus, jonka jälkeen on turvallista aloittaa alueella työskentely, kun ollaan varmoja, että lukitukset ovat toiminnassa ja turvaamassa alueella työskentelyä. Töiden loputtua lukitukset puretaan ja ilmoitaudutaan valvomoon ja kerrotaan töiden olevan valmiit, sekä toimitetaan lukituskortit takaisin postilaatikkoon seuraavaa kertaa varten (Kuva 14).

## 9 POHDINTA

Opinnäytetyöni aihe oli mielenkiintoinen, sillä minulle kerrottiin, että työ on ajan-kohtainen ja turvalukituskortit tulevat käyttöön. Turvalukituskortit vievät Outokummulla turvallisuutta taas pykälän eteenpäin ja oli hienoa olla mukana osa LO-TOTO- projektia kehittämässä turvallisuutta, jotta pääsisimme kaikki terveinä kotiin. Haasteita töihin toivat se, että halkaisulinja 2 ei ollut minulle tuttu linjana, joten sen opetteluun ja toimintaperiaatteiden opiskeluun kului aikaa, mutta onneksi sain hyvin tietoa linjan toiminnoista.

Opinnäytetyön teoriaperustan kartoittaminen aloitettiin etsimällä tietoa työturvallisuuslaista, EU-direktiiveistä, standardeista ja koneita käsittelevistä kirjoista. Tämän lisäksi haettiin tietoa Outokummun omista sisäisistä materiaaleista, esimerkiksi ohjeista odottamattoman käynnistykseen eston tekemiseen. Näiden perusteella saatiin käsitys työnantajan velvollisuuksista odottamattoman käynnistykseen estoon ja yleensäkin työntekijöiden turvallisuuteen. Lisäksi työturvallisuusinsinööriin, vuorotyönjohtajien, operaattoreiden, kunnossapitohenkilöstön haastattelusta ja kenttäkierrosten avulla saatiin tietoa linjan toiminnasta ja turvalukitusten tekemisestä.

Opinnäytetyöstä saatavilla turvalukituskorteilla pystytään helpottamaan operaattoreiden ja kunnossapito henkilöstön arkea, kun tieto laitteiden oikeaoppisista turvalukituksista ovat konkreettisesti saatavilla. Turvalukituskortit tekevät alueen turvallistamisen helpommaksi ja vaivattomammaksi, joka edistää turvalukitusten tekemistä ohjeistuksen mukaisesti. Turvalukituskortit saatiin toteutettua niin, että ne täyttävät kaikki työlle asetetut tavoitteet helppolukuisuuden, ymmärrettävyyden sekä työturvallisuusvaatimuksien osalta.

## LÄHTEET

Brady 2020. Hasps, Boxes & Accessories. Viitattu 24.4.2020  
<http://www.brady.eu/en-eu/products/lockout-tagout/hasps-boxes-accessories>

Childs, R. 2013. Mechanical Design Engineering Handbook. Viitattu 30.04.2020  
<http://ebookcentral.proquest.com/lib/ramklibrary-ebooks/detail.action?docID=1375437>

CCOSH Canada Centre for Occupational Health and Safety 2020. Viitattu 1.5.2020 [https://www.ccohs.ca/oshanswers/hsprograms/hazardous\\_energy.html](https://www.ccohs.ca/oshanswers/hsprograms/hazardous_energy.html)

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2009/104/EY.

Keinänen T. & Kärkkäinen, P. 2009. Konetekniikan perusteet. Helsinki: Sanoma Pro Oy. E-kirja. Viitattu 23.4.2020 [www.ellibslibrary.com/book/978-951-0-36201-3](http://www.ellibslibrary.com/book/978-951-0-36201-3)

Korhola, J. 2019. Outokumpu Stainless Oy. Turvallisuusinsinöörin haastattelu 9.10.2019.

OSHA Occupational Safety & Health Administration 3120, 2002. Viitattu 24.04.2020 <https://www.osha.gov/Publications/3120.html>

Outokumpu Oyj 2019. Odottamattoman käynnistyksen esto ja turvalukitukset. Viitattu 18.10.2019.

Outokumpu Oyj 2020a. Brady-koulutusmateriaali. Viitattu 24.4.2020.

Outokumpu Oyj 2020b O'net. Outokummun sisäinen intranet. Viitattu 5.2.2020.

Outokumpu Oyj 2020c. Outokummun historia. Viitattu 5.2.2020 <https://www.outokumpu.com/about-outokumpu/history-of-outokumpu>.

Parr, A. 2011. Hydraulics & Pneumatics. A Technicians and Engineers Guide. Iso-Britannia. E-kirja. Viitattu: 23.4.2020  
<https://www.scribd.com/read/239466425/Hydraulics-and-Pneumatics-A-Technician-s-and-Engineer-s-Guide>

PJC internet sivut. 2020. Viitattu 13.4.2020 <https://www.pjc.fi/pneumatiikka/venttiilit/120/venttiilit-festo>

SFS-EN ISO 14118. 2018. Koneturvallisuus. Odottamattoman käynnistymisen estäminen. Helsinki: SFS. Viitattu 20.02.2020 [www.sfs.fi](http://www.sfs.fi)

STEK internet sivut. 2020. Viitattu 13.4.2020 <https://stek.fi/perustietoa-sahkosta/mita-sahko-on/>

Suomen Standardisoimisliitto SFS ry internet sivut 2020. Viitattu 27.3.2019  
[https://www.sfs.fi/sfs\\_ry](https://www.sfs.fi/sfs_ry)

Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738.

Työturvallisuuslaki 23.9.2002/738.

Työturvallisuuskeskus 2020a. Työsuojaus työpaikalla. Viitattu 7.4.2020  
[https://ttk.fi/tyoturvallisuus\\_ja\\_tyosuojaus/tyosuojaus\\_tyopaikalla](https://ttk.fi/tyoturvallisuus_ja_tyosuojaus/tyosuojaus_tyopaikalla)

Työturvallisuuskeskus 2020b. Työturvallisuuden perusteet koneturvallisuus. Viitattu 7.4.2020 [https://ttk.fi/tyoturvallisuus\\_ja\\_tyosuojaus/tyoturvallisuuden\\_perusteet/tyoymparisto/koneturvallisuus](https://ttk.fi/tyoturvallisuus_ja_tyosuojaus/tyoturvallisuuden_perusteet/tyoymparisto/koneturvallisuus)